 doi 10.3969/j.issn.1673-4254.2016.07.25 J South Med Univ, 2016, 36(7): 1014-1017

临床研究

3D数字骨科技术在髋臼骨折治疗中的应用

李宝丰,章 莹,邰国良,代元元,谢会斌,郭晓泽,朱昌荣,王 非
广州军区广州总医院骨科医院,广东 广州 510010

摘要:目的 探讨3D数字骨科技术在髋臼骨折治疗中的应用价值及其疗效。**方法** 回顾分析2009年1月~2013年12月采用3D数字骨科技术进行辅助治疗的50例髋臼骨折患者资料,术前行薄层CT扫描获取骨盆二维数据,导入Mimics软件重建三维模型,计算机辅助分析髋臼骨折情况并进行模拟复位,快速成型技术制出与实体1:1大小的骨盆模型。根据模型对髋臼骨折做出明确的诊断、分型,指导手术治疗。**结果** 术中所见骨折及移位情况与术前三维重建图像及快速成型模型非常相似,术前模拟缩短了手术时间,减少了术中出血量。所有患者随访6~24个月,骨折复位情况根据Matta影像学评分标准:解剖复位41例,复位满意9例;髋关节功能按照Harris评分标准,优32例,良12例,可6例,优良率88%。**结论** CT扫描三维重建、计算机辅助分析和模拟骨折复位,快速成型技术能直观、精确地显示髋臼骨折的立体形态和各解剖结构的空间关系,对髋臼骨折的诊断、分型及治疗具有良好的指导作用。

关键词:3D数字骨科技术;计算机辅助;快速成型;髋臼骨折;疗效

Application of 3D digital orthopedic techniques in treatment of acetabular fracture

LI Baofeng, ZHANG Ying, TAI Guoliang, DAI Yuanyuan, XIE Huibin, GUO Xiaoze, ZHU Changrong, WANG Fei
Department of Orthopaedics, Guangzhou General Hospital of Guangzhou Military Command, Guangzhou 510010, China

Abstract: Objective To evaluate the therapeutic effect of three-dimensional digital orthopedic techniques in treatment of acetabular fractures. **Methods** We retrospectively analyzed 50 cases of acetabular fracture treated between March, 2007 and December, 2013. The lamellar CT scanning data were imported into Mimics software, and 3D anatomical models of the pelvic and proximal femur were reconstructed. Computer-assisted analysis was carried out to understand the condition of fractures and simulate fracture reduction. The pelvic models were manufactured by rapid prototyping technique for definite diagnosis and typing of acetabular fractures and subsequent surgical treatment. **Results** Three-dimensional reconstruction images and rapid prototyping pelvic models faithfully represented the findings in operations. Preoperative simulation of the operation shortened the time of operation and reduced the volume of bleeding in the operation. All the patients were followed up for 6 to 24 months. According to Matta imaging score, anatomical reduction was achieved in 41 cases and satisfactory reduction in 9 cases. According to the Harris functional criteria, 32 patients had excellent, 12 had good and 6 had acceptable outcomes with a rate of excellent and good outcomes of 88%. **Conclusion** Three-dimensional digital orthopedic techniques allow accurate display of the acetabulum and the spatial relation of the anatomic structures to assist in fracture diagnosis, typing and treatment.

Key words: 3D digital orthopedic techniques; computer-aided technology; rapid prototyping; acetabular fractures; effect

髋臼骨折是创伤骨科的难题之一,因为髋臼具有位置较深、形状不规则、且毗邻重要神经血管等解剖特点,同时手术治疗时需尽可能解剖复位以免术后创伤性关节炎的发生[1-2],这就需要在术前进行详细的手术计划。传统的X线片及CT扫描对于进行髋臼骨折术前计划具有一定的局限性,近年来数字医学技术已经逐步在骨科领域进行了深入应用[3-6]。然而国内对于使用计算机辅助技术及快速成型技术术前规划髋臼骨折手术方案报道很少,有必要研究并总结分析3D数字骨科技术在髋臼骨折治疗中的方法及应用效果。2009年1月~2013年12月,我们应用3D数字骨科技术辅助治疗髋臼骨折患者50例,取得了满意的疗效,总结分析如下。

收稿日期:2016-02-11
基金项目:广东省自然科学基金(2015A030313611)
作者简介:李宝丰,博士,主治医师,E-mail: niren79817@163.com
通信作者:章 莹,教授,主任医师,E-mail: zhangying_doc@aliyun.com

1 资料和方法

1.1 一般资料

2009年1月~2013年12月我院收治了50例髋臼骨折患者。其中男38例,女12例;年龄17~53岁(平均31岁)。致伤原因:车祸伤43例,高处坠落伤6例,重物砸压伤1例。其中合并四肢骨折32例,颅脑损伤8例,休克4例,泌尿系损伤3例,脾破裂2例。待急症及生命体

征控制平稳后行髋臼骨折手术;受伤至手术时间为4~14 d,平均6 d。常规行骨盆正位X线片及CT扫描检查。

1.2 计算机辅助分析、模拟复位并制作快速成型模型

采用SIMENS(西门子公司,德国)64排螺旋CT扫描全骨盆,层厚0.625 mm,螺距0.8 mm。扫描获得的二维平面图像以Dicom格式导入Mimics 10.01软件。通过阈值分割、设置灰度值为226~3071,得到数据的面罩文件,然后对每一层图像中像素相连的骨、关节等硬组织进行分割,从而获得骨盆三维重建图像。运用旋转和平移工具从各个角度对髋臼骨折的移位情况进行观察,明确髋臼骨折的位置、移位情况和类型。借助Mimics软件的手术模拟功能,在计算机上进行模拟骨折复位和内固定。事先确定钢板放置位置,螺钉的长度、进钉位置与角度等信息。将三维重建的骨盆模型数据导入激光快速自动成型机(型号:AFS,北京隆源有限公司),选用激光烧结(SLS)模式,根据计算机三维模型给出的路径,控制激光束烧结固化、层层叠加,制作出与实体1:1大小的个体化骨盆三维模型标本[7]。

1.3 手术方法

根据骨盆骨折模型可以进一步明确骨盆骨折的部位、特点及分型,选择手术方法,决定手术入路。本组采用髂腹股沟入路13例,Kocher-Langenbeck入路25例,髂腹股沟入路联合Kocher-Langenbeck入路8例,Stoppa入路4例。充分显露髋臼骨折部位后,按照术前计算机模拟所确定的方案,采用骨膜剥离子撬拨、髋臼复位钳复位骨折块,检查关节面的解剖结构恢复满意后,选择合适钢板进行植入固定。可将骨盆模型消毒后带上手术台供随时参考,在术中进一步对比术中情况与骨盆骨折模型是否一致。

1.4 术后处理

术前30 min使用头孢唑林钠预防感染,术后继续使用至24 h。术后1 d开始行下肢间歇性气泵压迫治疗,2次/d,常规低分子肝素钙皮下注射2周,预防下肢深静脉血栓形成。术后3个月内禁止负重,3个月后在双拐保护下部分负重,根据复查情况视骨折愈合情况逐步过渡到完全负重。术后3 d复查X片,根据Matta影像学评分标准[8]评定骨折复位情况;术后6个月根据Harris评分标准[9]进行髋关节功能评分。

2 结果

本组50例髋臼骨折患者,根据计算机三维重建图像及快速成型骨盆模型,按Letournel分型[10]:前壁骨折9例,前柱骨折6例,后壁骨折10例,后柱骨折8例,横型骨折5例,后壁伴后柱骨折7例,T形骨折2例,双柱骨折3例。术中所见骨折移位情况与三维重建图像及快速成型骨盆模型非常相似。根据术前手术模拟,可以更加精准的进行骨折复位,选择合适钢板折弯后准确固定,缩短了手术时间,减少了出血量。术后X线片显示解剖复位41例,满意复位9例,所有患者均获得良好的骨折复位。所有患者获6~24个月的随访,根据Harris功能评分,优:32例,良:12例,可:6例,优良率88%。典型病例影像学资料见图1。

3 讨论

3.1 髋臼骨折的治疗概况

髋臼骨折属于关节内骨折,手术的关键是尽可能解剖复位骨折块并坚强内固定。如果不能恢复髋臼关节面的解剖结构,将导致髋关节面应力分布不均,加速关节软骨的退变,造成创伤性关节炎[11]。解剖复位可降低创伤性关节炎甚至股骨头坏死的发生几率,坚强内固定可允许患者早期进行功能锻炼。传统手术很大程度上依赖术者个人的经验,手术创伤较大,精确性差,手术时间长,并发症多。

3.2 3D数字骨科技术在髋臼骨折分型中的应用

正确进行髋臼骨折的分型,对髋臼骨折的手术入路选择及复位十分重要。髋臼的解剖结构复杂,常规的X线检查难以完整的观察骨折及其移位情况。目前,采用CT检查对骨盆髋臼骨折进行薄层扫描、并结合影像处理系统重建三维模型,更有利于对髋臼骨折进行准确分型[12-13]。然而,螺旋CT影像处理系统重建的三维模型包含股骨头,会影响对髋臼关节面的骨折及移位情况进行全面的观察和评估。

计算机辅助CT三维重建技术能清晰地显示骨盆骨折的部位、程度及骨折移位情况,通过重建的三维图像可以直观的了解骨折及其与周围结构的解剖关系,同时在计算机上可以任意旋转三维重建图像,进而从多个方位、角度观察骨折的位置和移位情况,为髋臼骨折的分型提供准确、可靠的依据。而快速成型技术可以使复杂髋臼骨折的三维重建图像以与真骨盆1:1等大的实体模型形式呈现在医师眼前,使临床医师能够更直观的了解、分析骨折的情况,为判定复杂髋臼骨折的分型提供更好的依据。Reddix等[14]对复杂髋臼骨折进行了三维重建,通过计算机辅助规划工具—Trauma CAD全面了解骨折情况,在此基础上正确分型、制定术前方案。我们借助计算机辅助三维重建技术重建骨盆解剖模型,通过图像再处理技术去除股骨头,只保留髋臼,可以更清晰地显示关节内骨碎片及骨折的位置及移位情况,同时采用快速成型技术打印与真骨盆1:1等大的实体模型用于指导手术设计。结果发现患者术中所见骨折及移位情况与术前计算机辅助三维模型及快速成型骨盆模型十分相似,说明采用计算机辅助快速成型技术来辅助髋臼骨折的术前诊断、分型是可行的,可以更全面的

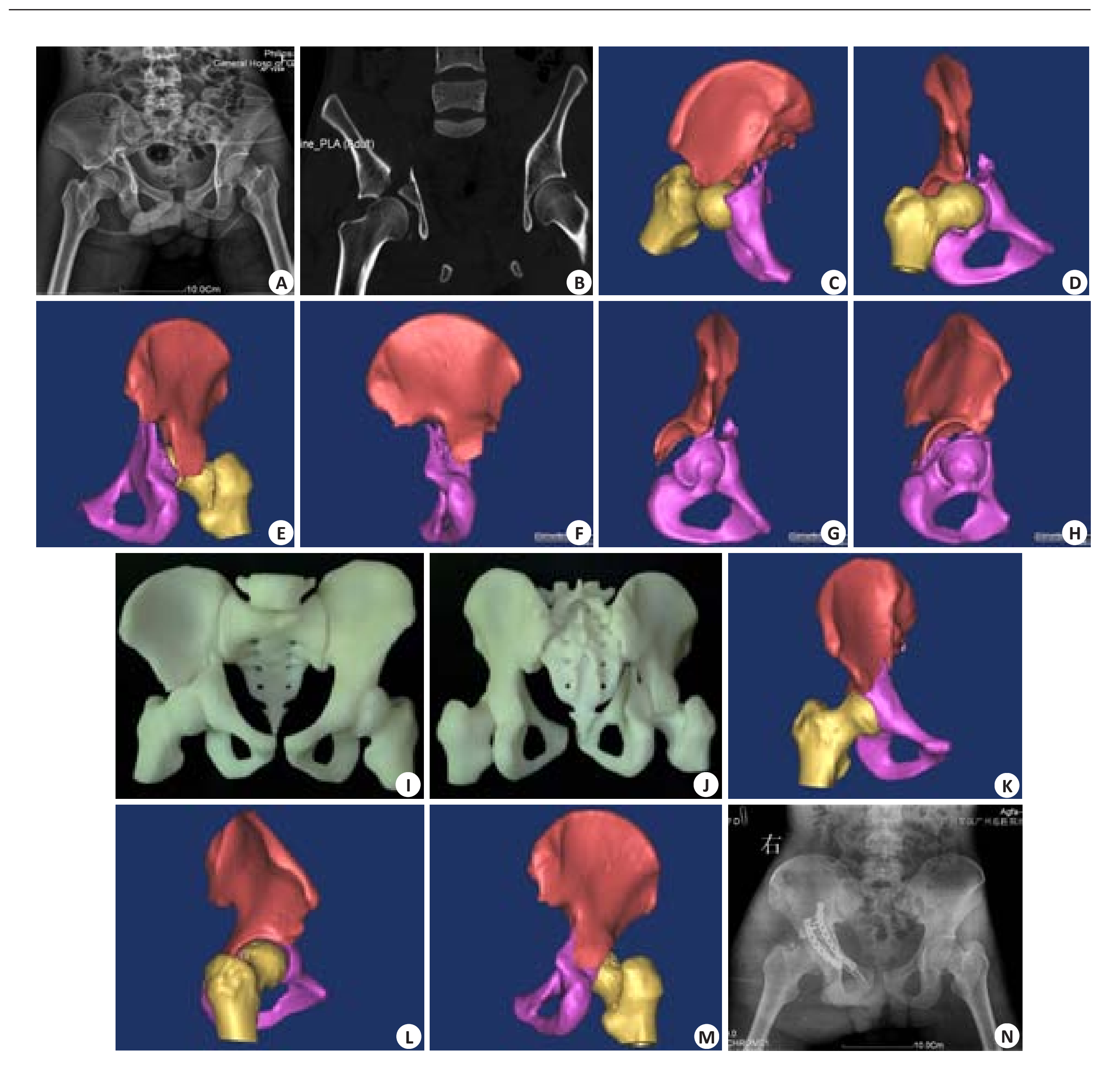


图1 3D数字骨科技术辅助下治疗髋臼骨折患者的影像学资料

Fig.1 Imaging data of a 25-year-old male patient with acetabular fracture admitted 6 h after a car crash and treated with 3D digital orthopedic techniques. *A*: Pelvic X-ray film; *B*: CT scan; *C-H*: Three-dimensional reconstruction of the acetabular fracture; *C-E*: Three-dimensional reconstruction model containing the proximal femur; *F-H*: Three-dimensional reconstruction model with the proximal femur removed; *I-J*: Pelvic model manufactured by rapid prototyping technique; *K-M*: Simulative reduction of the fractures by computer simulation system; N: Pelvic X-ray film after the operation.

了解骨折的部位、移位情况等,有助于提高诊断、分型的准确性。

3.3 3D数字骨科技术在髋臼骨折外科治疗中的应用

采用计算机辅助技术,可以对髋臼骨折块模型进行分析和测量,利用图像再处理技术去掉某一骨性结构,还可以更好的观察骨折及碎骨片情况,进而可以模拟骨折块的复位,以及钢板内固定、螺钉植入等操作,快速成型技术制成的与真骨盆1:1等大的实体模型为模拟术前提供了更好的平台,使术者可以于术前在骨折模型上进行模拟复位、内固定等操作。通过术前模拟操作预选内固定材料长度,选择恰当的固定位置及植入方向,有助于提高术者制定手术方案的准确性,节约手术时间,减少术中出血量。而且快速成型制成的骨盆模型还可以消毒后在手术台上为术者提供参考[15]。

Citak等[16]对比了采用三维重建模拟手术与采用二维数据进行术前规划对髋臼、骨盆骨折手术时间和复位准确性的影响,结果显示,采用三维重建模拟手术可以显著减少手术时间、提高复位准确性。涂强等[17]利用快速成型技术制备骨盆骨折立体三维模型,取得了满意的手术效果。吕厚忠等[18]报道了13例髋臼骨折患者,采

用计算机辅助分析髋臼骨折情况和移位程度，设计手术入路，结果显示计算机辅助分析对提高手术的安全性和准确性有重要意义。我们研究的该组患者采用计算机辅助及快速成型技术模拟手术，打印与真骨盆1∶1等大的实体模型，并带入手术室指导手术，结果显示所有患者均获得了满意复位，缩短了手术时间，减少了出血量，同时术后髋关节Harris功能评分优良率达88%，显示出计算机辅助快速成型技术在髋臼骨折手术治疗中具有明显的优势。

3.4 3D数字骨科技术的不足及展望

髋臼骨折属于创伤骨科难度最大的手术之一，即便经验丰富的高年资医生，在进行复杂髋臼骨折手术前也需要仔细的思考采用何种手术入路、如何进行复位、如何避免损伤重要结构、有无备选措施，并做好充分的术前准备。计算机辅助快速成型技术能全面、直观、精确地显示髋臼骨折的立体形态和各部位解剖结构的空间关系，对于髋臼骨折的诊断、分型及手术治疗均具有很强的指导作用。但在目前条件下，3D数字骨科技术需要骨科医生具有丰富的临床经验，深刻理解局部解剖结构，还需要熟练掌握Mimics、CAD等数字骨科软件操作，并具备3D模型打印机操作能力，这在一定程度上限制了其在临床的应用，要想达到个性化的修复重建还需要很长的路要走[19]。同时，数字骨科技术所建立的髋臼骨折模型毕竟是脱离肌肉、韧带及血管神经等结构的一个孤立的模型，与真实手术操作还有较大的距离。在今后的工作中，是否可以利用髋臼MRI数据与CT数据一起进行重建，使重建出来的模型包含肌肉、韧带及血管神经，从而更好的指导手术，将是3D数字骨科技术的发展方向。

参考文献：

[1] Grubor P, Krupic F, Biscevic M, et al. Controversies in treatment of acetabular fracture[J]. Med Arch, 2015, 69(1): 1620.

[2] 王 钢. 骨盆与髋臼骨折治疗值得注意的问题[J]. 中国骨科临床与基础研究杂志, 2011, 3(2): 85-8.

[3] Schwabe P, Altintas B, Schaser KD, et al. Three-dimensional fluoroscopy-navigated percutaneous screw fixation of acetabular fractures[J]. J Orthop Trauma, 2014, 28(12): 700-6.

[4] Shen F, Chen B, Guo Q, et al. Augmented reality patient-specific Reconstruction plate design for pelvic and acetabular fracture surgery[J]. Int J Comput Assist Radiol Surg, 2013, 8(2): 169-79.

[5] Hu Y, Li H, Qiao G, et al. Computer-assisted virtual surgical procedure for acetabular fractures based on real CT data[J]. Injury, 2011, 42(10): 1121-4.

[6] 尹庆水, 万 磊. 计算机辅助设计与快速成型技术数字骨科入门(二)[J]. 中国骨科临床与基础研究杂志, 2009, 1(2): 151-3.

[7] 李宝丰, 章 莹, 谢会斌, 等. 计算机辅助快速成型技术在复杂骨盆骨折诊断与治疗中的应用[J]. 实用医学杂志, 2015, 31(16): 2714-7.

[8] Matta JM. Fractures of the acetabulum: accuracy of reduction and clinical results in patients managed operatively within three weeks after the injury[J]. J Bone Joint Surg Am, 1996, 78(11): 1632-45.

[9] Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures:treatment by a mold arthroscopy: an end-result study using a new method of result evaluation[J]. J Bone Joint Surg Am, 1969, 51(4): 737-55.

[10] Judet R, Judet J, Letournel E. Fracture of the acetabulum: classification and surgical approaches for open reduction preliminary report[J]. J Bone Joint Surg Am, 1964, 46(8): 1615-46.

[11] 黄金城, 陈建梅, 姚晓东, 等. 髋臼骨折术后创伤性关节炎发生的相关危险因素分析[J]. 中国骨科临床与基础研究杂志, 2010, 2(4): 282-6.

[12] Sinatra PM, Moed BR. CT-generated radiographs in obese patients with acetabular fractures: can they be used in lieu of plain radiographs[J]. Clin Orthop Relat Res, 2014, 472(11): 3362-9.

[13] Scheinfeld MH, Dym AA, Spektor M, et al. Acetabular fractures: what radiologists should know and how 3D CT can aid classification[J]. Radiographics, 2015, 35(2): 555-77.

[14] Reddix RN, Webb LX. Computer-assisted preoperative planning in the surgical treatment of acetabular fractures[J]. J Surg Orthop Adv, 2007, 16(3): 138-43.

[15] 章 莹, 李宝丰, 王新宇, 等. 术前3D打印技术模拟复杂骨盆骨折手术提高疗效的可行性研究[J]. 中华创伤骨科杂志, 2015,17(1): 29-33.

[16] Citak M, Gardner MJ, Kendoff D, et al. Virtual 3D planning of acetabular fracture reduction[J]. J Orthop Res, 2008, 26(4): 547-52.

[17] 涂 强, 丁焕文, 王 虹, 等. 三维重建与快速成型在骨盆骨折诊断与治疗中的应用[J]. 实用医学杂志, 2010, 26(19): 3560-2.

[18] 吕厚忠, 黄海样, 张建春, 等. 数字骨科技术在髋臼骨折手术中的应用[J]. 中国骨科临床与基础研究杂志, 2011, 3(3): 193-8.

[19] 郭晓泽, 章 莹, 夏远军, 等. 数字化技术辅助下内固定三维重建: 个性化方案修复髋臼骨折[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(48): 7838-43.

（编辑：孙昌朋）